

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 9 月 9 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 2 6 2 9 1 7
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 2 6 2 9 1 7]

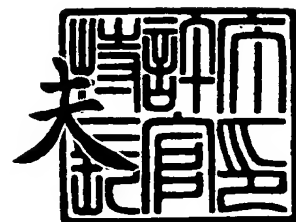
出 願 人 株式会社デンソー
Applicant(s): 株式会社豊田中央研究所



2 0 0 3 年 7 月 1 8 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 PNID4098

【提出日】 平成14年 9月 9日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01S 13/60

【発明者】

 【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

 【氏名】 片山 哲也

【発明者】

 【住所又は居所】 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道 4 1 番地の 1 株式会社豊田中央研究所内

 【氏名】 田中 雄一

【特許出願人】

 【識別番号】 000004260

 【氏名又は名称】 株式会社デンソー

【特許出願人】

 【識別番号】 000003609

 【氏名又は名称】 株式会社豊田中央研究所

【代理人】

 【識別番号】 100082500

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 足立 勉

 【電話番号】 052-231-7835

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 007102

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 9004766
【包括委任状番号】 9102996
【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ビーム走査方法、レーダ装置、プログラム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ターゲットで反射された電波について、第 1 の方向に直交する第 2 の方向に沿った角度に対する強度分布である反射強度分布を求め、該反射強度分布からターゲットが存在する角度を推定し、その推定結果に基づいて電波ビームの前記第 2 の方向に沿ったチルト角を設定し、その設定したチルト角にて、前記第 1 の方向に沿って電波ビームを走査することを特徴とするビーム走査方法。

【請求項 2】 第 1 の方向に沿って電波ビームを走査し、該走査により得られたデータに基づいて少なくともターゲットまでの距離情報を検出するレーダ動作手段を備えたレーダ装置において、

ターゲットで反射された電波について、第 1 の方向に直交する第 2 の方向に沿った角度に対する強度分布である反射強度分布を求める強度分布取得手段と、

該強度分布取得手段が求めた反射強度分布からターゲットが存在する角度を推定し、その推定結果に基づいて、前記レーダ動作手段が前記第 1 の方向に沿って走査する電波ビームの前記第 2 の方向に沿ったチルト角を設定するチルト角設定手段と、

を備えることを特徴とするレーダ装置。

【請求項 3】 前記電波ビームを放射するアンテナは、前記第 2 の方向に沿って配列され、且つ前記第 2 の方向に沿った給電線路から順次分配給電される複数のアンテナ素子からなる進行波励振アンテナからなり、

前記チルト角設定手段は、使用する電波の周波数を増減することを特徴とする請求項 2 記載のレーダ装置。

【請求項 4】 前記電波ビームを放射するアンテナは、電波ビームの前記第 2 の方向に沿った放射角度が互いに少しずつ異なるように設定された複数の単位アンテナを前記第 1 の方向に沿って配列してなり、

前記チルト角設定手段は、前記電波ビームの放射角度が設定すべきチルト角を中心とした所定角度範囲内にある単位アンテナを選択することを特徴とする請求

項 2 記載のレーダ装置。

【請求項 5】 前記単位アンテナは、前記第 2 の方向に沿って配列された複数のアンテナ素子からなる進行波励振アンテナからなり、

各単位アンテナの電波ビームの放射角度は、前記アンテナ素子の素子間隔を互いに少しずつ異なるように設定することで決定されることを特徴とする請求項 4 記載のレーダ装置。

【請求項 6】 前記チルト角設定手段にて設定可能な前記電波ビームのチルト角の設定範囲を、前記第 2 の方向に沿ってシフトさせる設定範囲シフト手段を備えることを特徴とする請求項 4 又は請求項 5 記載のレーダ装置。

【請求項 7】 前記強度分布取得手段は、前記レーダ動作手段での走査に使用するアンテナを使用して、前記反射強度分布を求めることを特徴とする請求項 2 乃至請求項 6 いずれか記載のレーダ装置。

【請求項 8】 前記強度分布取得手段が前記反射強度分布を得るために使用した電波の受信結果に基づいて、ターゲットまでの距離を求める測距手段を備え、
前記チルト角設定手段は、前記測距手段での検出結果に基づいて最も遠方に位置するターゲットを抽出し、その抽出されたターゲットが存在する角度に基づいて、前記チルト角を設定することを特徴とする請求項 2 乃至請求項 7 いずれか記載のレーダ装置。

【請求項 9】 前記強度分布取得手段が前記反射強度分布を得るために使用した電波の受信結果に基づいて、ターゲットとの相対速度を求める速度検出手段を備え、

前記チルト角設定手段は、前記速度検出手段での検出結果に基づいて移動中のターゲットを抽出し、その抽出されたターゲットが存在する角度に基づいて、前記チルト角を設定することを特徴とする請求項 2 乃至請求項 8 いずれか記載のレーダ装置。

【請求項 10】 車両に搭載され、前記第 1 の方向は水平方向、前記第 2 の方向は垂直方向に設定されることを特徴とする請求項 2 乃至請求項 9 いずれか記載のレーダ装置。

【請求項 11】 前記強度分布取得手段が取得した反射強度分布に基づき、タ

ターゲットが存在する垂直方向の角度範囲を表す垂直角度情報を生成する垂直角度範囲算出手段と、

該垂直角度範囲算出手段にて求められた前記垂直角度情報、及び前記レーダ動作手段が生成する情報に基づいて、ターゲットの大きさを推定するサイズ推定手段と、

を備えることを特徴とする請求項 10 記載のレーダ装置。

【請求項 12】 前記レーダ動作手段は、少なくともターゲットまでの距離を表す距離情報を生成し、

前記サイズ推定手段は、前記垂直角度情報と前記距離情報とに基づいてターゲットの高さを推定することを特徴とする請求項 11 記載のレーダ装置。

【請求項 13】 前記レーダ動作手段は、少なくともターゲットまでの距離を表す距離情報、及びターゲットが存在する水平方向の角度範囲を表す水平角度情報を生成し、

前記サイズ推定手段は、前記垂直角度情報と前記距離情報と前記水平角度情報とに基づいて、ターゲットの投影面積を推定することを特徴とする請求項 11 記載のレーダ装置。

【請求項 14】 前記レーダ動作手段は、FMCW方式により取得したデータからターゲットに関する各種情報を生成することを特徴とする請求項 2 乃至請求項 13 いずれか記載のレーダ装置。

【請求項 15】 コンピュータを、請求項 2 乃至請求項 14 いずれか記載のレーダ装置を構成する各手段として機能させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、複数のビームを用いて電波を反射した対象物を検出するレーダ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来より、衝突防止や追従走行等の制御に用いるために、車両の周囲に存在す

るターゲット（障害物や先行車両等）との距離，相対速度，方位等を検出する車載用のレーダ装置が知られている。

【0003】

この種のレーダ装置は、ターゲットの検出に使用する電波ビームが路面に対してほぼ水平となるようにして車両の先端部などに固定される。また、電波ビームは、歩道橋や看板など道路にせり出した路側物の検出を抑制したり、路面反射波の影響を抑制したりするために、上下（垂直）方向のビーム幅が十分に絞られていることが望ましい。

【0004】

しかし、上下方向のビーム幅を絞ると、車両を加減速したり、重量物を搭載したりして車両姿勢が上向き又は下向きに変化した時や、ターゲットとなる前方車両が勾配にさしかかった時などに、ターゲットが電波ビームの上下方向に外れ易くなる。その結果、ターゲットを見失ったり、ターゲットからの反射波の強度が低下し、検知距離や検出精度が大幅に低下するという問題があった。

【0005】

また、レーダセンサ（アンテナ）は、車両への取付時の作業精度や取付後の経時変化によって、その垂直軸に傾きが生じると、電波ビームの放射方向、即ち検知エリアが上下方向にずれることにより、上下いずれかの方向について、上述の問題がより発生し易くなってしまうという問題があった。

【0006】

これに対して、例えば、特許文献1には、水平軸の周りに回転可能な回転台にアンテナを搭載し、この回転台の回転角度を電動機により制御することにより、アンテナの仰角（電波ビームのチルト角）を制御するレーダ装置が開示されている。そして、路面からの反射波を利用して、アンテナの仰角を路面に対して水平な状態に設定することや、車両の加速度を検出し、予め設定された加速度－仰角変換テーブルを使用して、加速度による車両姿勢の変化を相殺するようにアンテナ仰角を設定することが記載されている。

【0007】

また、特許文献2には、アンテナ取付け角度を調節ネジを操作することで調節

でき、且つ、調整モードでは、反射物体からの受信反射波の電界強度を表示できるように構成されたレーダ装置が開示されている。そして、レーダ装置から反射物体に向けて電波を放射させ、受信反射波の電界強度が最大となるように調節ネジを操作することで、取付け精度を向上させることが記載されている。

【0008】

【特許文献1】

特開平4-276582号公報（段落[0007]，[0010]，[0012]，[0013]）

【特許文献2】

特許第3186366号公報（段落[0016]，[0018]，[0023]，[0024]、図2，3）

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、特許文献1に記載のレーダ装置では、路面からの反射波を利用する場合、路面状態や地形、どの程度前方の路面を使用するかによって、条件が様々に変化するため、アンテナの仰角を必ずしも所望の角度（例えば路面に対して水平）に設定することができないという問題があった。

【0010】

また、予め設定された加速度－仰角変換テーブルを用いてアンテナ仰角を設定する場合、基準となる水平方向が正しく認識されていない時や、アンテナとターゲットとの相対位置が、加速度以外の予期しない要因により垂直軸に沿って変動した時には、アンテナ仰角をターゲットのある方向に正しく向けることができず、ターゲットに反射した電波を効率よく受信できないという問題があった。

【0011】

また、特許文献2に記載のレーダ装置では、取付け作業やメンテナンス時に、アンテナ仰角を所望の角度に正しく設定することは可能であるが、運転中に生じる車両姿勢の変化などには対応することができないという問題があった。

本発明は、上記問題点を解決するために、電波ビームの走査方向とは直交する方向にターゲットの位置が変動しても常にターゲットの検出を良好に行うことが

可能なレーダ装置を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するための発明である請求項1記載のビーム走査方法では、ターゲットで反射された電波について、第1の方向に直交する第2の方向に沿った角度に対する強度分布である反射強度分布を求め、その反射強度分布からターゲットが存在する角度を推定する。そして、その推定した角度に基づいて電波ビームの前記第2の方向に沿ったチルト角を設定し、その設定したチルト角にて第1の方向に沿って電波ビームを走査する。

【0013】

従って、本発明のビーム走査方法によれば、ターゲットが存在する角度が、第2の方向に沿って大きく変動したとしても、その変動に追従して電波ビームのチルト角が適宜設定されるため、第1の方向に沿った走査を行う時には、反射強度分布に現れたターゲットからの反射波を、常に効率よく受信できる。その結果、検出信号のS/Nが向上し、検知距離や検出精度が安定し、ターゲットの検出を良好に行うことができる。

【0014】

また、本発明によれば、第1の方向に沿った走査を行う電波ビームの第2の方向に沿ったビーム幅（即ち検出範囲）を絞ることができるため、不要なものを検出して無駄な信号処理を実行してしまう可能性が低下し、データ処理効率を向上させることができる。

【0015】

なお、ターゲットが存在する角度の推定は、例えば、反射強度分布のピークや反射強度分布のパターンに基づいて行えばよい。

次に、請求項2記載のレーダ装置では、レーダ動作手段が、第1の方向に沿って電波ビームを走査し、その走査により得られたデータに基づいて少なくともターゲットまでの距離情報を検出する。

【0016】

また、強度分布取得手段が、ターゲットで反射された電波について、第1の方

向に直交する第2の方向に沿った角度に対する強度分布である反射強度分布を求め、その求めた反射強度分布から、チルト角設定手段が、ターゲットが存在する角度を推定し、その推定した角度に基づいて、レーダ動作手段が第1の方向に沿って走査する電波ビームの第2の方向に沿ったチルト角を設定する。

【0017】

つまり、レーダ動作手段は、チルト角設定手段が設定したチルト角にて第1の方向に沿って電波ビームを走査し、その走査により得られたデータに基づいてターゲットの検出を行う。

つまり、本発明は、請求項1記載の方法を適用したレーダ装置であり、従って、本発明のレーダ装置によれば、請求項1記載の方法を実施した場合と同様の効果を得ることができる。

【0018】

ところで、電波ビームを放射するアンテナとしては、請求項3記載のように、第2の方向に沿って配列され、且つ第2の方向に沿った給電線路から順次分配給電される複数のアンテナ素子からなる進行波励振アンテナを用いることができる。この場合、チルト角設定手段は、使用する電波の周波数を増減することで、電波ビームのチルト角を変化させるように構成してもよい。

【0019】

即ち、進行波励振アンテナでは、アンテナ開口面の法線方向（以下「正面方向」という）に対する仰角（アンテナ開口面の法線方向とアンテナ放射強度ピーク方向とのなす角：以下「チルト角」という） θ は、アンテナ素子Eの素子間隔 d と、使用する電波の周波数 f とに基づいて決定される。

【0020】

具体的には、アンテナの上側から給電を受けている場合を考えると、図15（b）に示すように、素子間隔 d が使用する周波数 f における電波の基板内波長 λ_g に等しければ（ $d = \lambda_g$ ）、どのアンテナ素子も信号の位相が揃うことにより、電波ビームは正面方向（ $\theta = 0^\circ$ ）に放射される。また、図15（a）に示すように、素子間隔 d が基板内波長 λ_g より短ければ（ $d < \lambda_g$ ）、給電点から離れたアンテナ素子ほど信号の位相が進むことにより、電波ビームは正面方向に対

して上向き ($\theta > 0^\circ$) に放射され、逆に、図 15 (c) に示すように、素子間隔 d が基板内波長 λ_g より長ければ ($d > \lambda_g$)、給電点から離れたアンテナ素子ほど信号の位相が遅れることにより、電波ビームは正面方向に対して下向き ($\theta < 0^\circ$) に放射される。なお、 $|d - \lambda_g|$ が大きいほど (但し、 $|d - \lambda_g| < \lambda_g / 2$)、仰角 $|\theta|$ は大きくなる。また、基板内波長 λ_g はアンテナが形成された基板の誘電率などにより決まる。

【0021】

この場合、周波数を変化させるだけで、電波ビームのチルト角を制御できるため、瞬時にチルト角を変更できるだけでなく、機械的に可動する部分がないため、装置の信頼性が向上し、また安価かつ小型に構成することができる。

一方、請求項 4 記載のように、電波ビームを放射するアンテナとして、電波ビームの第 2 の方向に沿った放射角度が互いに少しずつ異なるように設定された複数の単位アンテナを第 1 の方向に沿って配列してなるものを用いてもよい。この場合、チルト角設定手段は、全ての単位アンテナの中から、電波ビームの放射角度が設定すべきチルト角を中心とした所定角度範囲内にある単位アンテナを選択するように構成すればよい。

【0022】

この場合、使用する電波の周波数を変化させることなく、電波ビームのチルト角を多段階に変化させることができる。

また、上述の請求項 3 に記載されているように、進行波励振アンテナを使用して、電波の周波数を可変することでチルト角を変化させる場合には、アンテナ素子が持つ周波数帯域幅を超えて電波の周波数を変化させると、アンテナ利得が急激に低下する。つまり、アンテナの特性によって制御可能なチルト角の範囲が制限されてしまうが、本発明では、チルト角の異なる単位アンテナを増やせば、任意の範囲でチルト角を変化させることができる。

【0023】

なお、本発明では、レーダ動作手段による走査時に使用する単位アンテナ間でのチルト角の変化幅が大きくなると方位検出精度は低下するため、その方位検出精度が許容範囲内に抑えられるように、単位アンテナ間でチルト角を変化させる

割合やレーダ動作手段にて走査を行う時に使用する単位アンテナの数を設定する必要がある。

【0024】

また、単位アンテナのチルト角は、単位アンテナ毎に放射面の傾斜角度を異ならせることで設定してもよいが、請求項5記載のように、単位アンテナとして、第2の方向に沿って配列された複数のアンテナ素子からなる進行波励振アンテナを用い、各単位アンテナの電波ビームの放射角度は、アンテナ素子の素子間隔を互いに少しずつ異なるように設定することで決定されるようにしてもよい。

【0025】

つまり、進行波励振アンテナでは、素子間隔 d が一定で使用する電波の周波数 f を変化させる請求項3の場合とは反対に、周波数 f を一定にして、素子間隔 d を、その周波数 f における電波の基板内波長 λ_g からずらすことによっても、請求項3の場合と同様の作用効果を得ることができるからである。

【0026】

従って、単位アンテナの上側から給電を受けている場合を考えると、素子間隔 d が、 $d = \lambda_g$ となるように設定された単位アンテナからは、電波ビームが正面方向 ($\theta = 0^\circ$) に放射される。また、素子間隔 d が、 $d < \lambda_g$ となるように設定された単位アンテナからは、電波ビームが上向き ($\theta > 0$) に放射され、逆に、 $d > \lambda_g$ となるように設定された単位アンテナからは、電波ビームが下向き ($\theta < 0^\circ$) に放射され、 $|d - \lambda_g|$ が大きいほど (但し、 $|d - \lambda_g| < \lambda_g / 2$)、仰角 $|\theta|$ も大きくなる。

【0027】

このように、本発明では、単位アンテナ毎に素子間隔を変えるだけでチルト角を適宜設定できるため、チルト角の異なる電波ビームを多数放射するアンテナを簡単かつ安価に構成することができる。

なお、単位アンテナ間で素子間隔を変化させる割合を小さくした場合、チルト角設定手段にて設定可能なチルト角の範囲を広げるためには、単位アンテナの数を増やす必要がある。しかし、アンテナの設置場所によっては、十分な設置スペースがなく、単位アンテナの数に制限を受ける場合がある。

【0028】

そこで、このような場合には、請求項6記載のように、設定範囲シフト手段を設け、チルト角設定手段にて設定可能な電波ビームのチルト角の設定範囲を、第2の方向に沿ってシフトさせるように構成してもよい。

この設定範囲シフト手段は、例えば、電波ビームの放射角度がチルト角設定手段にて設定すべきチルト角を中心とした所定角度範囲内にある単位アンテナの数、即ちレーダ動作手段での走査に使用する単位アンテナの数が不足する場合に、作動させて、不足が生じないように補うといった使い方をすることができる。

【0029】

なお、設定範囲シフト手段は、具体的には、アンテナ形成面やこれに対向配置されるプリズムを機械的に傾斜させる機構を駆動制御するように構成してもよいし、単位アンテナとして進行波励振アンテナを用いている場合には、使用する電波の周波数を増減させるように構成してもよい。

【0030】

ところで、強度分布取得手段は、請求項7記載のように、レーダ動作手段での走査に使用するアンテナを使用し、第2の方向に沿って電波ビームを走査することで反射強度分布を求めるように構成することが望ましい。

この場合、チルト角の設定範囲内で第2の方向に沿った電波ビームの走査を行うことができ、しかも、同じアンテナを第1及び第2の方向のいずれの走査にも使用できるため装置を小型化できる。

【0031】

また、請求項8記載のように、強度分布取得手段が反射強度分布を得るために使用した電波の受信結果に基づいて、ターゲットまでの距離を求める測距手段を備えている場合には、チルト角設定手段は、測距手段での検出結果に基づいて最も遠方に位置するターゲットを抽出し、その抽出されたターゲットが存在する角度に基づいてチルト角を設定することが望ましい。

【0032】

即ち、遠距離ターゲットは、もともと受信強度が弱いため、これを確実に検出するには、遠距離ターゲットが電波ビームの中心付近に位置するようにチルト角

設定することが望ましく、また、近距離ターゲットは、もともと受信強度が強い
ため、電波ビームが、第2の方向に沿って多少ずれたとしても、検出に必要な受
信強度が得られるためである。

【0033】

更に、請求項9記載のように、強度分布取得手段が反射強度分布を得るために
使用した電波の受信結果に基づいて、ターゲットとの相対速度を求める速度検出
手段を備えている場合には、チルト角設定手段は、速度検出手段での検出結果に
基づい移動中のターゲットを抽出し、その抽出したターゲットが存在する角度に
基づいて、チルト角を設定することが望ましい。

【0034】

また、このようなレーダ装置は、例えば請求項10記載のように、車両に搭載
して使用することができ、この場合、第1の方向は水平方向、第2の方向は垂直
方向に設定すればよい。

つまり、重量物を搭載することにより車両姿勢が上向き又は下向きに変化した
り、ターゲットとなる前方車両が勾配にさしかかったりした時でも、水平方向に
走査を行う時には、電波ビームの垂直方向の幅のほぼ中央付近にて前方車両を捉
えることができ、前方車両の検出を良好に行うことができる。

【0035】

次に、請求項11記載のレーダ装置では、強度分布取得手段が取得した反射強
度分布に基づき、垂直角度範囲算出手段が、ターゲットが存在する垂直方向の角
度範囲を表す垂直角度情報を生成し、サイズ推定手段が、その垂直角度情報、及
びレーダ動作手段が生成する情報に基づいて、ターゲットの大きさを推定する。

【0036】

この場合、サイズ推定手段により推定したターゲットの大きさから、先行車両
に衝突した場合の衝撃の大きさを事前に推測することが可能となるため、推測し
た衝撃の大きさに応じて制御を切り替える衝突緩和システム等に適用することが
可能となる。

【0037】

具体的には、請求項12記載のように、レーダ動作手段が、少なくともターゲ

ットまでの距離を表す距離情報を生成する場合には、サイズ推定手段では、垂直角度情報と距離情報とに基づいてターゲットの高さを推定するように構成すればよい。

【0038】

また、請求項13記載のように、レーダ動作手段が、少なくともターゲットまでの距離を表す距離情報、及びターゲットが存在する水平方向の角度範囲を表す水平角度情報を生成する場合には、サイズ推定手段では、これら垂直角度情報と距離情報と水平角度情報とに基づいて、ターゲットの投影面積を求めるように構成すればよい。

【0039】

また、レーダ動作手段は、例えば、請求項14記載のように、FMCW方式により取得したデータからターゲットに関する各種情報を生成するように構成することができる。

ところで、請求項2乃至請求項14いずれか記載のレーダ装置を構成する各手段は、コンピュータをこれら各手段として機能させるプログラムにより実現してもよい。

【0040】

このプログラムは、例えば、コンピュータの内部又は外部に設けられたコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録しておき、必要に応じてコンピュータシステムにロードして起動することで用いてもよいし、ネットワークを介してコンピュータシステムにロードして起動することで用いてもよい。

【0041】

【発明の実施の形態】

以下に本発明の実施形態を図面と共に説明する。

[第1実施形態]

図1は、第1実施形態の車載用レーダ装置の全体構成を表すブロック図である。

【0042】

図1に示すように、本実施形態のレーダ装置2は、変調指令C1、C2に従っ

て変調信号Mを生成する変調信号生成部10と、変調信号Mに従って発振周波数が変化する電圧制御発振器(VCO)14と、VCO14の出力を送信信号S_sとローカル信号Lとに電力分配する分配器16と、送信信号S_sに応じた電波を放射する送信アンテナ18と、電波を受信するn個の受信アンテナからなる受信アンテナ部20と、受信アンテナ部20を構成するアンテナのいずれかを択一的に選択し、選択されたアンテナからの受信信号S_rを後段に供給する受信スイッチ22と、受信スイッチ22から供給される受信信号S_rにローカル信号Lを混合してビート信号Bを生成するミキサ24と、ミキサ24が生成したビート信号Bを増幅する増幅器26と、増幅器26にて増幅されたビート信号Bをサンプリングしデジタルデータに変換するA/D変換器28と、モード設定指令C_xに従って受信スイッチ22の動作を制御するSW制御部30と、変調指令C₁, C₂やモード設定指令C_xを生成すると共に、A/D変換器28を介して取り込んだビート信号Bのサンプリングデータを信号処理することで、電波を反射したターゲット(先行車両など)に関する各種情報を求める信号処理部32とを備えている。

【0043】

そして、図2(a)に示すように、送信アンテナ18及び受信アンテナ部20を構成する各受信アンテナは、いずれも、直線的に配線された給電線K上に複数のアンテナ素子Eを等間隔に配列してなる進行波励振アンテナからなり、これらは、同一の基板P上に形成されている。但し、各受信アンテナには、1ch~nchをそれぞれ割り当てるものとし、図2(a)では、図面を見やすくするため、受信アンテナ部20の一部(1ch~3chのみ)を示す。また、以下では、この進行波励振アンテナからなる送信アンテナ18及び受信アンテナのそれぞれを、単位アンテナともいう。

【0044】

そして、各単位アンテナは、アンテナ素子Eが垂直方向に並び、且つ上側から給電されるように配置されている。また、アンテナ素子Eの素子間隔dは、当該レーダ装置2にて使用する電波の基準周波数をf₀(例えば76.5GHz)として、この基準周波数f₀における電波の基板内波長λ_gと等しくなるように設

定されている。

【0045】

つまり、基板Pに対する法線方向を正面方向とし、この正面方向とアンテナ放射強度がピークとなる方向とがなす角をチルト角 θ とすると、単位アンテナの電波ビームの放射方向は、電波の周波数 f （基板内波長 λ ）が基準周波数 f_0 に等しく、 $d (= \lambda g) = \lambda$ であれば正面方向（ $\theta = 0^\circ$ ）となり、基準周波数 f_0 より大きく、 $d > \lambda$ であれば上方向（ $\theta > 0^\circ$ ）となり、基準周波数 f_0 より小さく、 $d < \lambda$ であれば下方向（ $\theta < 0^\circ$ ）となる。但し、 $|d - \lambda| < \lambda g / 2$ であり、 $|d - \lambda|$ が大きいほど $|\theta|$ も大きくなる。

【0046】

次に、変調信号生成部10は、変調指令C1に従って起動/停止され、起動時には三角波状の交流信号を発生させる三角波発生部11と、変調指令C2に従って指定された信号レベルを有するバイアス（直流）信号を発生させるバイアス発生部12と、三角波発生部11及びバイアス発生部12から出力される両信号を混合して変調信号Mを生成する加算器13とからなる。

【0047】

このように構成された変調信号生成部10は、変調指令C1により三角波発生部11が停止している時には、変調指令C2により指定された信号レベルのバイアス信号をそのまま変調信号Mとして出力する。一方、変調指令C1により三角波発生部11が起動している時には、変調指令C2により指定された信号レベルを中心として信号レベルが三角波状に変化する信号を変調信号Mとして出力する。

【0048】

なお、本実施形態では、三角波発生部11が発生させる三角波の振幅は、VCO14の発振周波数 ΔF だけ変動させるような大きさに設定され、一方、バイアス発生部12が発生させるバイアス信号の信号レベルは、VCO14をそれぞれ $f_L (= f_0 - \alpha)$ 、 $f_M (= f_0)$ 、 $f_H (= f_0 + \alpha)$ にて発振させるように、3段階の大きさが用意されている。

【0049】

つまり、三角波発生部 11 の停止時には、パルス波が発生し、一方、三角波発生部 11 の起動時には、FMCW 波（周波数変調連続波）が発生するようにされている。そして、図 2（b）及び図 3 に示すように、変調指令 C2 により電波の中心周波数を f_L , f_M , f_H のいずれかに切り替えることにより、電波ビームのチルト角 θ が 3 段階に切り替わるようにされている。

【0050】

但し、 α は、単位アンテナにて十分な利得が得られる周波数範囲内で設定され、また、図 5 に示すように、FMCW レーダに用いる周波数変調幅 ΔF は、このようにして設定された α に対して十分に小さく（本実施形態では $1/5$ 程度）なるように設定されている。

【0051】

次に、SW 制御部 30 は、モード設定指令 C_x により垂直走査モードが指定されている時には、予め設定されたチャンネル（例えば $1ch$ ）のみを選択するように受信スイッチ 22 を動作させ、一方、水平走査モードが指定されている時には、全てのチャンネル（ $1ch \sim nch$ ）が順番に選択されるように受信スイッチ 22 を動作させる。

【0052】

また、信号処理部 32 は、CPU, ROM, RAM からなる周知のマイクロコンピュータを中心に構成され、更に、A/D 変換器 28 を介して取り込んだデータについて、高速フーリエ変換（FFT）処理を実行するための演算処理装置（例えば DSP）を備えている。

【0053】

このように構成された本実施形態のレーダ装置 2 では、変調信号生成部 10 が生成した変調信号 M に従って動作する VCO 14 の出力を、分配器 16 が電力分配することにより送信信号 S_s 及びローカル信号 L が生成され、このうち送信信号 S_s は、送信アンテナ 18 を介して電波として送出される。

【0054】

この送信アンテナ 18 から送出されターゲットに反射した電波（反射波）は、受信アンテナ部 20 を構成する各受信アンテナにて受信され、受信スイッチ 22

にて選択された i $c h$ ($i = 1 \sim n$) の受信アンテナからの受信信号 $S r$ のみがミキサ 24 に供給される。すると、ミキサ 24 では、この受信信号 $S r$ に分配器 16 からのローカル信号 L を混合することによりビート信号 B を生成する。このビート信号 B は、増幅器 26 にて増幅された後、A/D 変換器 28 にてサンプリングされ信号処理部 32 に取り込まれる。この時、垂直走査モードであれば、単一チャンネル ($1 c h$) のデータのみが取り込まれ、一方、水平走査モードであれば、全てのチャンネル ($1 c h \sim n c h$) のデータが順番に取り込まれる。

【0055】

ここで、信号処理部 32 が実行する処理を、図 4 に示すフローチャートに沿って説明する。なお、本処理が予め設定された時間間隔毎に繰り返し起動される。

本処理が起動すると、まず、S110 にて、電波ビームのチルト角 θ を 3 段階に切り替え、それぞれについて電波の反射強度を測定する垂直走査処理を実行する。

【0056】

具体的には、モード設定指令 $C x$ を垂直走査モードに設定し、変調指令 $C 1$ により三角波発生部 11 を停止させた状態で、変調指令 $C 2$ により電波の周波数 f ($f L$, $f M$, $f H$) を順次切り替えることで、電波ビームのチルト角 θ を変化させると共に、A/D 変換器 28 を介して、チルト角 θ の異なる電波ビーム毎にサンプリングデータの取込を行う。

【0057】

続く S120 では、垂直走査処理にて取り込んだサンプリングデータから求められる各電波ビームでの反射強度から垂直方向の反射強度分布を生成し、この反射強度分布に基づいて、後述する水平走査処理を実行する際に設定すべき電波ビームの垂直方向に沿ったチルト角 θ を求めるチルト角算出処理を実行する。

【0058】

なお、このチルト角算出処理では、例えば、反射強度分布のピークが得られる角度をチルト角 θ とする。但し、チルト角の算出方法はこれに限らず、反射強度分布のパターンから求めたり、同一ターゲットに基づくピークをグループ化して、そのグループ化されたピークの重心点をチルト角としたりしてもよい。また、

反射強度分布のパターンを車両の種類毎、車両までの距離毎に記憶しておき、パターンマッチングにより特定した車両の種類に応じて、チルト角 θ を設定するようにしてもよい。

【0059】

続くS130では、S120にて求めたチルト角 θ にて電波ビームを水平方向に走査して、ビート信号Bのサンプリングデータを取得する水平走査処理を実行する。

具体的には、モード設定指令C_xを水平走査モードに設定すると共に、変調指令C₂により電波の中心周波数を、S120で求めたチルト角 θ が得られるように設定する。この状態で、変調指令C₁により三角波発生部11を起動させ、A/D変換器28を介したサンプリングデータの取込を行い、そのサンプリングデータを各チャンネル1ch～nch毎に格納する。

【0060】

そしてS140では、水平走査処理により得られたサンプリングデータに基づいて、ターゲットに関する各種情報を求めるターゲット情報算出処理を実行して、本処理を終了する。

なお、ターゲット情報算出処理では、サンプリングデータの振幅情報や位相情報を利用した信号処理を実行することにより、少なくともターゲットとの距離や相対速度、及び水平面内でのターゲットの方位を求める。これらを求める方法は、FMCWレーダの分野においてよく知られているため、ここでは、その説明を省略する。

【0061】

つまり、本実施形態のレーダ装置2では、図5に示すように、垂直走査と水平走査とを交互に実行し、パルスレーダとして動作する垂直走査時には、垂直方向の反射強度分布を求め、FMCWレーダとして動作する水平走査時には、その反射強度分布のピークが得られる方向に、電波ビームのチルト角 θ を設定して、垂直方向の反射強度分布にてピークを発生させたターゲットについてのデータを収集するようにされている。

【0062】

従って、本実施形態のレーダ装置 2 によれば、重量物を搭載する等して車両姿勢が上向き又は下向きに変化したり、ターゲットとなる前方車両が勾配にさしかかる等して、ターゲットと電波ビームとの位置関係が垂直方向にずれたとしても、これに追尾して、通常のレーダ動作（水平走査）を行う時には、電波ビームの垂直方向の幅のほぼ中央付近にてターゲットを捉えることができる。その結果、ターゲットからの反射波が効率よく受信され、 S/N の優れた受信信号が得られるため、検知距離や検出精度が安定し、ターゲットの検出を良好に行うことができる。

【0063】

なお、本実施形態では、垂直走査時に、レーダパルスのチルト角 θ の切替段数を 3 段階としたが、2 段階や 4 段階以上としたり、連続的に変化させたりしてもよい。

特に切替段数を多くしたり連続的に変化させた場合には、垂直走査の結果として角度分解能の高い反射強度分布が得られるため、S140 のターゲット情報算出処理において、その反射強度分布から、ターゲットが存在する垂直方向の角度範囲を求め、その検知角度 θ_v と、水平走査の結果から求められるターゲットまでの距離 D とに基づいて、ターゲットの高さ（先行車両の車高など） H を求めてもよい（図 6 参照）。

【0064】

更に、水平走査の結果からターゲットが存在する水平方向の角度範囲 θ_H を求め、その角度範囲 θ_H とターゲットまでの距離 D とに基づいて求められるターゲットの幅（先行車両の車幅）と、上記ターゲットの高さ H とに基づいて、ターゲットの 2 次元的な大きさ（面積）を求めてもよい。

【0065】

このようなターゲットの大きさを表す情報を求めるように構成した場合、例えば、その求めたターゲットの大きさから、ターゲットに衝突した時の衝撃の大きさを推定できるため、その推定した衝撃の大きさに基づいてエアバッグ等の動作を制御するシステム等に適用することが可能となる。

【0066】

なお、本実施形態において、水平方向が第1の方向、垂直方向が第2の方向、S110が強度分布取得手段、S120, S130がチルト角設定手段、S140がレーダ動作手段に相当する。

[第2実施形態]

次に第2実施形態について説明する。

【0067】

本実施形態のレーダ装置は、第1実施形態のものとは、受信アンテナ部20の構成、SW制御部30の動作、及び信号処理部32が実行する処理の内容が一部異なるだけであるため、これら相異なる部分を中心に説明する。

即ち、本実施形態のレーダ装置において、送信アンテナ18及び受信アンテナ部20を構成する各受信アンテナ（即ち単位アンテナ）は、第1実施形態と同様に、いずれも進行波励振アンテナからなり、これらは同一の基板P上に形成されている。

【0068】

但し、受信アンテナ部20では、図7(a)に示すように、アンテナ素子Eの素子間隔dが、受信アンテナ毎に互いに少しずつ異なったものとなるように設定されている。具体的には、受信アンテナの数をn、制御可能とすべきチルト角 θ の範囲を θ_w とすると、電波の周波数が基準周波数 f_o の時に、各受信アンテナのチルト角 θ が、 $\theta = 0^\circ$ を中心として、次式(1)で表す $\Delta\theta$ ずつ異なるように、各受信アンテナの素子間隔dを設定する。

【0069】

$$\Delta\theta = \theta_w / (n - 1) \quad (1)$$

例えば、受信アンテナの数が $n = 9$ である場合、図7(b)及び図8に示すように、各受信アンテナの素子間隔dは、中央に位置する5chにて電波ビームのチルト角が $\theta = 0^\circ$ となり、又4chから1chに向けて徐々に上向きのチルト角が大きくなり、6chから9chに向けて徐々に下向きのチルト角が大きくなるように設定する。

【0070】

また、SW制御部30は、図9に示すように、モード設定指令Cxにより、垂

直走査モードが指定されている時には、すべてのチャンネル $1ch \sim nch$ を順番に選択するよう受信スイッチ 22 を動作させ、一方、水平走査モードが指定されている時には、予め規定された m 個 ($m < n$) のチャンネルのみを順番に選択するよう受信スイッチ 22 を動作させるように構成されている。

【0071】

但し、水平走査の結果からターゲットの水平方向の方位を検出する時には、チャンネル間の位相情報を利用するため、水平走査に使用する受信アンテナ間で素子間隔 d の違いが過大になると方位検出精度が低下する。従って、この方位検出精度が許容範囲内となるようなチルト角の範囲を θ_x とすると、水平走査時に使用する受信アンテナ数 m は、次式 (2) を満たすように設定する必要がある。

【0072】

$$\theta_x > (m-1) \times \Delta\theta \quad (2)$$

次に、信号処理部 32 が実行する処理では、S110 の垂直走査処理、S130 の水平走査処理の内容が第 1 実施形態の場合とは異なるだけであるため、これらの処理についてのみ説明する。

【0073】

即ち、S110 の垂直走査処理では、モード設定指令 C_x を垂直走査モードに設定すると共に、変調指令 C_1 、 C_2 により VCO14 を周波数 $f_M (= f_o)$ の一定周波数で発振させるように設定する。この状態で、A/D 変換器 28 を介したサンプリングデータの取込を行う。このとき、受信スイッチ 22 では、全てのチャンネルが順次選択されるため、すべてのチャンネル $1ch \sim nch$ についてのサンプリングデータが得られる。

【0074】

また、S130 の水平走査処理では、S120 にて算出された反射強度がピークとなるチルト角に対応するチャンネルを中心として m 個のチャンネルを指定し、モード設定指令 C_x を水平走査モードにして、この指定した m 個のチャンネルが順次選択されるように設定する。これと共に、変調指令 C_1 、 C_2 により VCO14 が周波数 f_M を中心周波数として三角波により FM 変調された信号を生成するように設定し、この状態で、A/D 変換器 28 を介したサンプリングデータ

の取込を行い、そのサンプリングデータを各チャンネル毎に格納する。このとき、受信スイッチ 22 では、指定された m 個のチャンネルが順次選択されるため、これら m 個のチャンネルについてのサンプリングデータが得られることになる。

【0075】

つまり、本実施形態のレーダ装置では、変調指令 C2 により電波の中心周波数を切り替える代わりに、電波ビームのチルト角 θ が互いに少しずつ異なるように設定された受信アンテナの中から、垂直走査にて反射強度のピークが得られたチルト角 θ を中心として、これに近いチルト角を有する m 個の受信アンテナ（図 9 では $m=3$ ）のみを使用することで、水平走査時の電波ビームのチルト角 θ を変化させている以外は、第 1 実施形態のレーダ装置 2 と同様に動作する。

【0076】

具体的に、例えば $n=12$ 、 $m=6$ とした場合には、図 10 に示すように、前方車両が上り坂にさしかかり、垂直走査の際にその前方車両からの反射波のピークが、上方に移動した時には、ビームが上向きとなる $1ch \sim 6ch$ が選択され、逆に、前方車両が下り坂にさしかかり、垂直走査の際にその前方車両からの反射波のピークが、下方に移動した時には、ビームが下向きとなる $7, 8ch$ を中心とした $5 \sim 10ch$ が選択されることになる。

【0077】

従って、本実施形態のレーダ装置によれば、第 1 実施形態のレーダ装置 2 と同様の効果が得られるだけでなく、第 2 実施形態のレーダ装置 2a と同様に、単位アンテナの周波数特性に制限されることなく、チルト角 θ を任意に設定することができるため、広い範囲に渡ってチルト角 θ を制御することができる。

【0078】

なお、本実施形態では、受信アンテナ毎に電波ビームのチルト角 θ が異なるようにするために、受信アンテナ毎にアンテナ素子 E の素子間隔 d を増減しているが、例えば、受信アンテナ毎にビーム放射面を互いに異なる方向に傾けるようにしてもよい。

【0079】

また、本実施形態において、S120 にて求めたチルト角に対応するチャンネ

ルが、チャンネル配列方向のいずれかの端部に偏っており、このチャンネルを中心とした m 個のチャンネルを確保できない場合には、変調指令 $C2$ により中心周波数を変化させ、 m 個のチャンネルが確保されるように、チルト角の設定可能範囲をシフトさせてもよい（設定範囲シフト手段に相当）。

[第3実施形態]

次に第3実施形態について説明する。

【0080】

本実施形態のレーダ装置は、第2実施形態のものとは、受信アンテナ部20を構成する各受信アンテナの素子間隔 d （即ち電波ビームのチルト角 θ ）の設定、及び、信号処理部32にて実行するS110の垂直走査処理、S130の水平走査処理の内容が一部が異なるだけであるため、これらの処理についてのみ説明する。

【0081】

即ち、本実施形態において、各受信アンテナの素子間隔 d は、図11に示すように、電波の周波数を f_M とした時に、素子間隔 d が最も狭いチャンネル lch で得られるチルト角 θ_A と、電波の周波数を f_L とした時に、素子間隔 d が最も広いチャンネル nch で得られるチルト角 θ_B とがほぼ等しくなり、且つ、電波の周波数を f_M とした時に、素子間隔 d が最も広いチャンネル nch で得られるチルト角 θ_C と、電波の周波数を f_H とした時に、素子間隔 d が最も狭いチャンネル lch で得られるチルト角 θ_D とがほぼ等しくなるように設定されている。

【0082】

そして、S110の垂直走査処理では、モード設定指令 C_x を垂直走査モードに設定すると共に、変調指令 $C1$ 、 $C2$ により、 $VCO14$ を、3種類の一定周波数 f_L 、 f_M 、 f_H のうちいずれかにて発振させ、 A/D 変換器28を介したサンプリングデータの取込を行い、全チャンネルについてサンプリングデータを取得すると、一定周波数を順次切り替えて、同様に A/D 変換器28を介したサンプリングデータの取得を行う。これにより、3種類の周波数 f_L 、 f_M 、 f_H について、それぞれ全てのチャンネル $lch \sim nch$ についてのサンプリングデータが得られる。

【0083】

また、S130の水平走査処理では、S120にて算出された反射強度がピークとなるチルト角 θ に基づき、そのチルト角 θ に対応するチャンネルが、受信アンテナの並びの最も中心近くに位置するような周波数(f_L , f_M , f_H のいずれか)を特定すると共に、その特定した中心周波数で上記チルト角 θ に対応するチャンネルを中心とする m 個のチャンネルを指定する。

【0084】

そして、この指定した m 個のチャンネルが順次選択されるように、モード設定指令C_xを水平走査モードに設定し、これと共に、変調指令C₁, C₂によりVC014が、特定された周波数を中心周波数として三角波によりFM変調された信号を生成するように設定する。この状態で、A/D変換器28を介したサンプリングデータの取得を行い、そのサンプリングデータを各チャンネル毎に格納する。このとき、受信スイッチ22では、指定された m 個のチャンネルが順次選択されるため、これら m 個のチャンネルについてのサンプリングデータが得られることになり、以下は、第3実施形態の場合と全く同様である。

【0085】

つまり、電波ビームのチルト角 θ が互いに異なるように素子間隔 d を設定した受信アンテナを使用するだけでなく、電波の中心周波数の切替も行うことにより、チルト角 θ の設定可能な範囲を拡張している以外は、第2実施形態のレーダ装置と同様に動作する。

【0086】

従って、本実施形態のレーダ装置によれば、第2実施形態のレーダ装置と同様の効果が得られるだけでなく、より広い範囲に渡ってチルト角 θ を制御することができる。

なお、本実施形態では、水平走査の時には、受信アンテナの一部を選択するように構成されているが、全ての受信アンテナを、そのチルト角 θ が方位検出精度が許容範囲 θ_x 内となるように設定し、S130の水平走査処理では、チャンネルの選択を行うことなく、中心周波数の選択のみを行い、全てのチャンネルを使用して水平走査を行うように構成してもよい。

[第4実施形態]

次に第4実施形態について説明する。

【0087】

本実施形態のレーダ装置2aは、電波ビームの放射角度を機械的に変化させるための構成と、その構成を用いてチルト角 θ の設定可能な範囲をシフトさせる処理とが追加されている以外は、第1実施形態のレーダ装置2と同様に構成されているため、同じ構成については同一符号を付して説明を省略し、構成の相異なる部分を中心に説明する。

【0088】

即ち、本実施形態のレーダ装置2aでは、図13(a)に示すように、送信アンテナ18及び受信アンテナ部20が形成された基板Pが、その下端にて揺動自在に軸支され、モータやリンク部材などからなる駆動機構40によって、基板Pの上端を変位させることにより、基板Pのアンテナ形成面を傾斜させて、電波ビームの放射角度を変化させることが可能なように構成されている。

【0089】

そして、図12に示すように、レーダ装置2aには、この駆動機構40を信号処理部32からの駆動指令Cdに従って駆動制御し、基板Pの傾斜角度を設定する垂直駆動部34が設けられている。

次に、信号処理部32が実行する処理では、S120のチルト角設定処理の内容が一部異なるだけであるため、この処理についてのみ説明する。

【0090】

即ち、S120のチルト角設定処理では、第1実施形態と同様に、チルト角 θ を求める。そして、この求めたチルト角 θ が、変調指令C2により電波の中心周波数を切り替えることで得られるチルト角の設定可能範囲の上限又は下限に近い場合には、駆動指令Cdにより基板Pの傾斜角度を変化させることで、求めたチルト角 θ が設定可能範囲の中心付近に位置するように、チルト角の設定可能範囲を垂直方向にシフトさせる（設定範囲シフト手段に相当）。

【0091】

このように構成された本実施形態のレーダ装置2aによれば、第1実施形態の

レーダ装置 2 と同様の効果が得られるだけでなく、チルト角 θ の設定可能範囲を任意にシフトさせることができるため、単位アンテナの周波数特性に制限されることなく、広い範囲に渡ってチルト角 θ を制御することができる。

【0092】

なお、本実施形態では、電波ビームのチルト角 θ を変化させるために、基板 P を傾斜させているが、例えば、図 13 (b) に示すように、基板 P のビーム放射面に対向して、電波ビームを屈曲させる誘電体部品（プリズムやレンズ）P L を配置し、上述の基板 P を傾斜させる場合と同様の駆動機構 40 にて、この誘電体部品 P L を傾斜させるように構成してもよい。

【0093】

また、図 13 (c) に示すように、基板 P（又は誘電体部品 P L）の上下端を、圧電素子等の伸縮自在なアクチュエータ 42 にて固定し、このアクチュエータ 42 を伸縮制御することで基板 P（又は誘電体部品 P L）を傾斜させるように構成してもよい。

【0094】

また、本実施形態では、チルト角 θ の設定可能範囲をシフトさせる技術を第 1 実施形態のレーダ装置に適用したが、第 2 実施形態や第 3 実施形態のレーダ装置に適用してもよい。

これらの場合、例えば、チルト角 θ が設定可能範囲の上限又は下限の近くに位置することにより、水平走査に使用する単位アンテナ、即ち、求められたチルト角 θ を中心とする所定角度範囲内の単位アンテナを必要数だけ確保できない時に、垂直駆動部 34 を動作させ、求められたチルト角 θ が設定可能範囲の中央付近に位置するように設定すればよい。

[第 5 実施形態]

次に第 5 実施形態について説明する。

【0095】

本実施形態のレーダ装置は、第 1 実施形態のものとは、一部構成が異なるだけであるため、同じ構成については同一符号を付して説明を省略し、構成の相異なる部分を中心に説明する。

即ち、本実施形態のレーダ装置 2 b は、図 14 に示すように、受信アンテナ部 20 が進行波励振アンテナにて構成された単一の受信アンテナからなり、受信スイッチ 22 が省略されている。

【0096】

そして、送信アンテナ及び受信アンテナが形成された基板 P を、電波ビームが正面方向に対して水平方向に角度が変化するように機械的に傾斜させる駆動機構（図示せず）と、これを駆動する水平駆動部 36 を備えている。

このように構成された本実施形態のレーダ装置 2 b では、水平走査の際に、受信チャンネルの切替を行う代わりに、駆動機構及び水平駆動部 36 によるメカスキャンを行う以外は、第 1 実施形態のレーダ装置 2 と同様に動作する。

【0097】

従って、本実施形態のレーダ装置 2 b によれば、第 1 実施形態のレーダ装置 2 と同様の効果が得られるだけでなく、より広い角度範囲に渡って水平走査を行うことができる。

[他の実施形態]

以上、本発明のいくつかの実施形態について説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、様々な態様にて実施することが可能である。

【0098】

例えば、上記実施形態では、受信アンテナを複数備えた構成とされているが、送信アンテナを複数備えた構成や、受信アンテナ及び送信アンテナのいずれもを複数備えた構成であってもよい。また、送受共用のアンテナを含んでいてもよい。

【0099】

また、上記実施形態では、垂直走査処理（S110）の結果に基づいて、強度分布のみを求めているが、例えば、垂直走査の期間をパルスレーダとして動作させ、ターゲット（前方車両等）との距離も求めるように構成してもよい（測距手段に相当）。この場合、垂直走査によって複数のターゲットが検出された時には、最も遠距離に位置するターゲットが存在する方向を、チルト角 θ として設定すればよい。これにより、近距離に位置するターゲットだけでなく、遠距離に位置

するターゲットも確実に検出することができる。

【0100】

さらに、垂直走査の期間にターゲットとの相対速度も求めるように構成してもよい（速度検出手段に相当）。この場合、垂直走査によって検出されたターゲットの中から停止物を除去し、移動しているターゲットのみを対象としてチルト角 θ を設定すればよい。これにより、検出する必要のない停止物にチルト角 θ が設定され、検出すべきターゲットの検出精度が低下してしまうことを確実に防止できる。

【0101】

また、上記実施形態にて使用した受信アンテナ20は、レーダ装置に限らず、垂直方向に沿った相対位置が変化する移動体同士（例えば車両同士）の通信に用いてもよい。即ち、相対位置の変化に応じて電波ビームのチルト角 θ を変化させることで、良好な通信状態を常時確保することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 第1実施形態のレーダ装置の構成を示すブロック図である。

【図2】 第1実施形態におけるアンテナの構成及び特性を示す説明図である。

【図3】 アンテナの特性を示す説明図である。

【図4】 信号処理部が実行する処理の内容を示すフローチャートである。

【図5】 第1実施形態のレーダ装置の動作を説明するタイミング図である。

【図6】 ターゲットの高さを検出する方法を示す説明図である。

【図7】 第2実施形態におけるアンテナの構成及び特性を示す説明図である。

【図8】 アンテナの特性を示す説明図である。

【図9】 第2実施形態のレーダ装置の動作を説明するタイミング図である。

【図10】 受信アンテナの選択例を示す説明図である。

【図11】 第3実施形態におけるアンテナの特性を示す説明図である。

【図12】 第4実施形態のレーダ装置の構成を示すブロック図である。

【図13】 チルト角の設定可能範囲を機械的にシフトさせるための構成を示

す説明図である。

【図 14】 第 5 実施形態のレーダ装置の構成を示すブロック図である。

【図 15】 進行波励振アンテナの機能を示す説明図である。

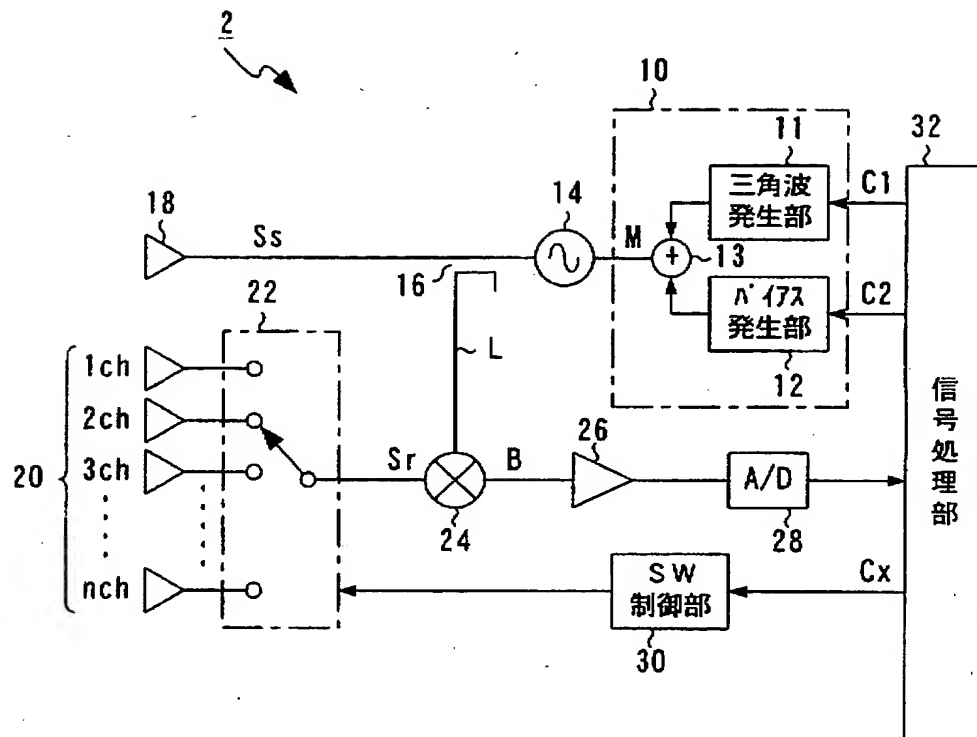
【符号の説明】

2, 2 a, 2 b…レーダ装置、10…変調信号生成部、11…三角波発生部、
12…バイアス発生部、13…加算器、14…電圧制御発振器（VCO）、16
…分配器、18…送信アンテナ、20…受信アンテナ部、22…受信スイッチ、
24…ミキサ、26…増幅器、28…A/D変換器、30…SW制御部、32…
信号処理部、34…垂直駆動部、36…水平駆動部、40…駆動機構、42…ア
クチュエータ、E…アンテナ素子、P…基板、PL…プリズム。

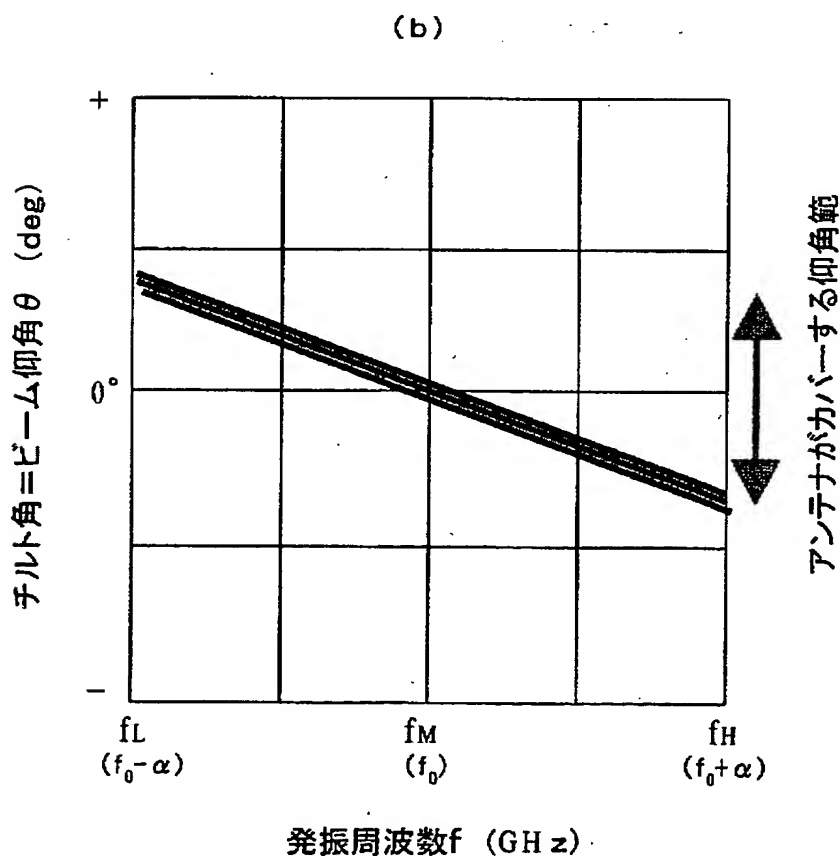
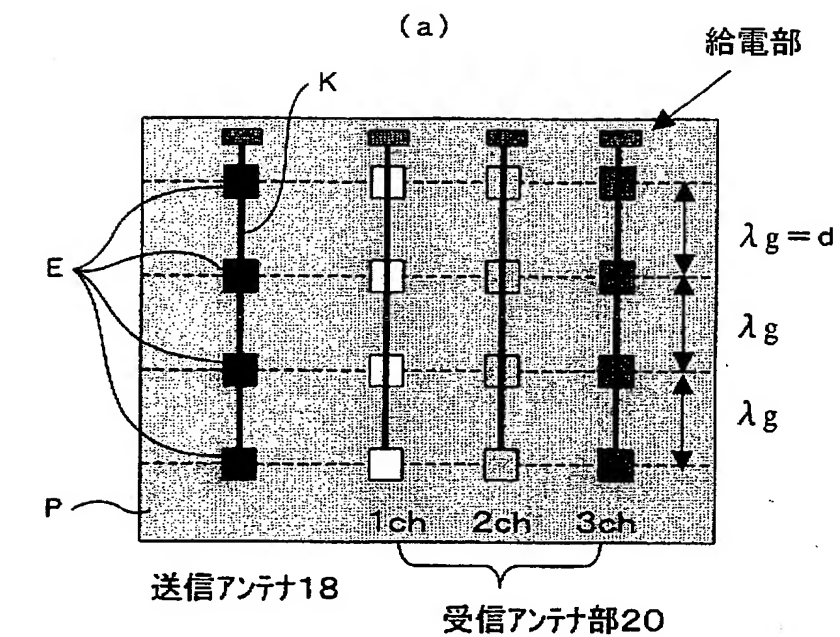
【書類名】

図面

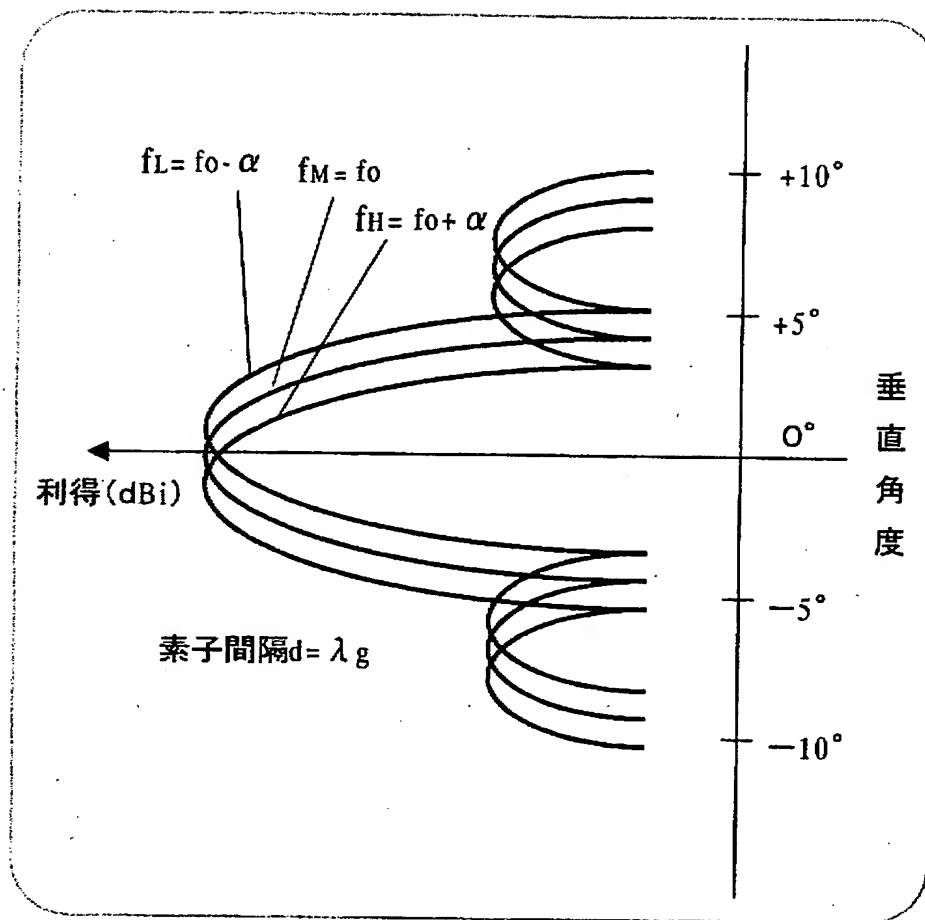
【図 1】



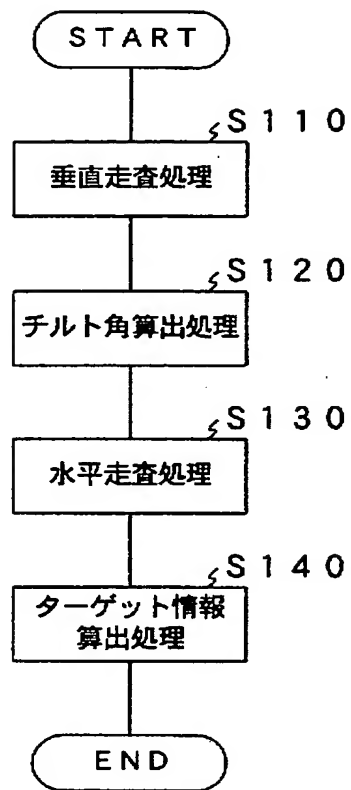
【図 2】



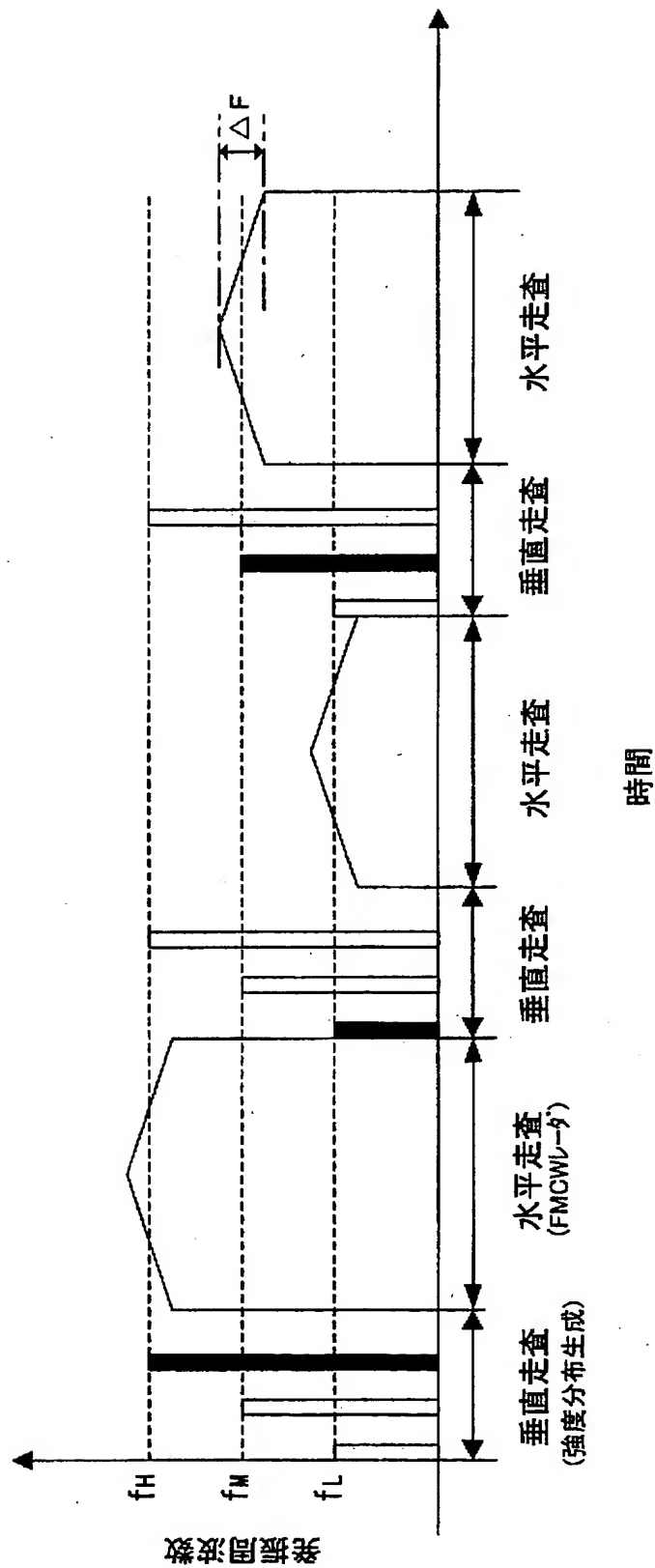
【図 3】



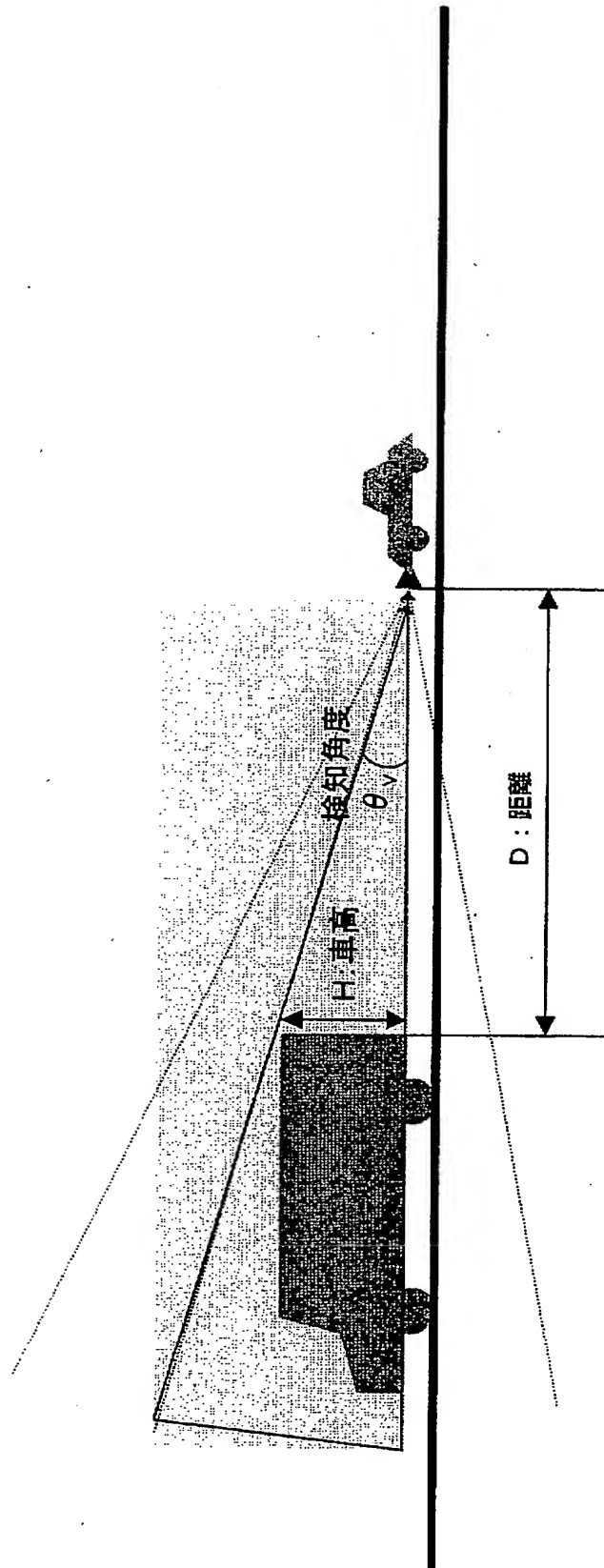
【図 4】



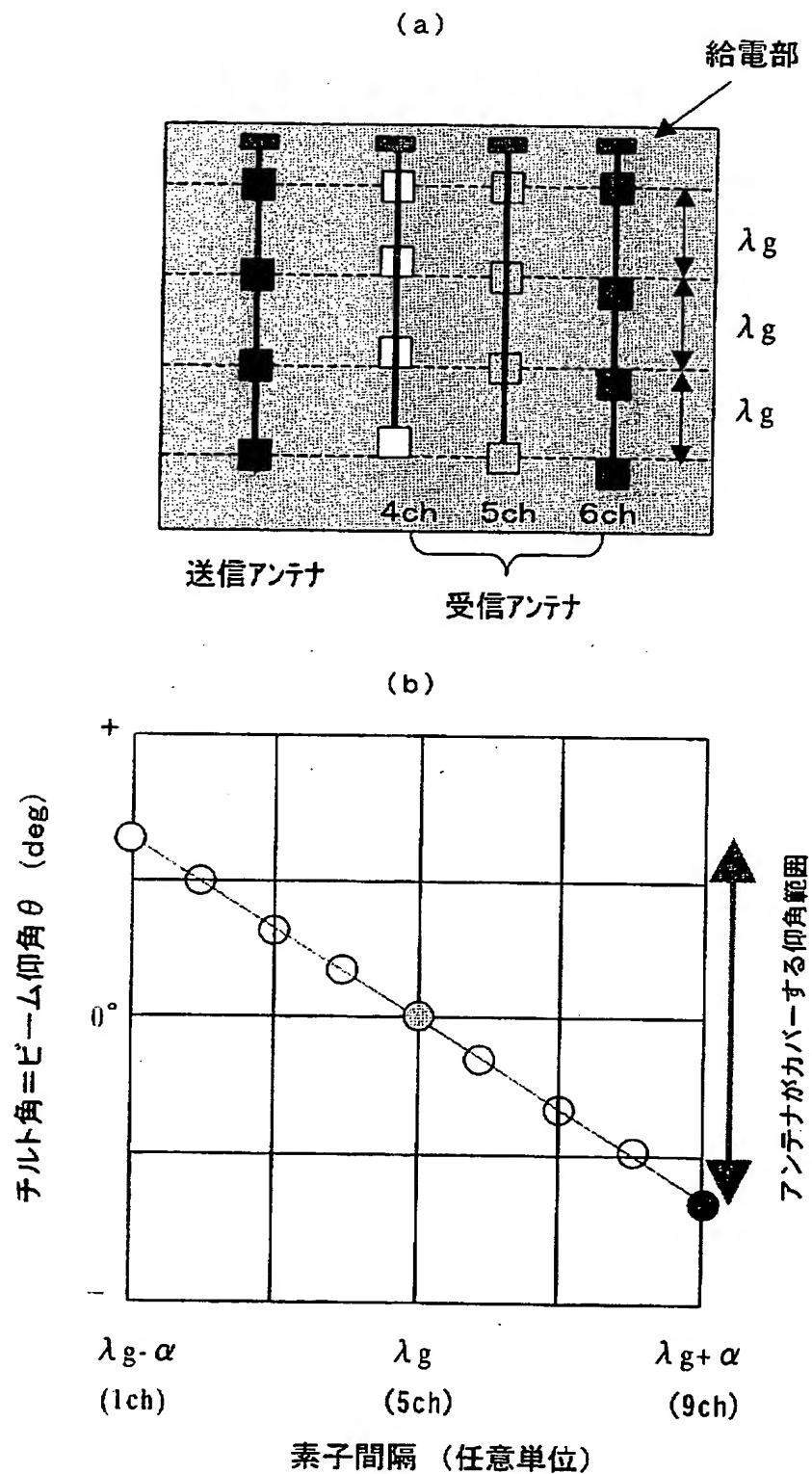
【図 5】



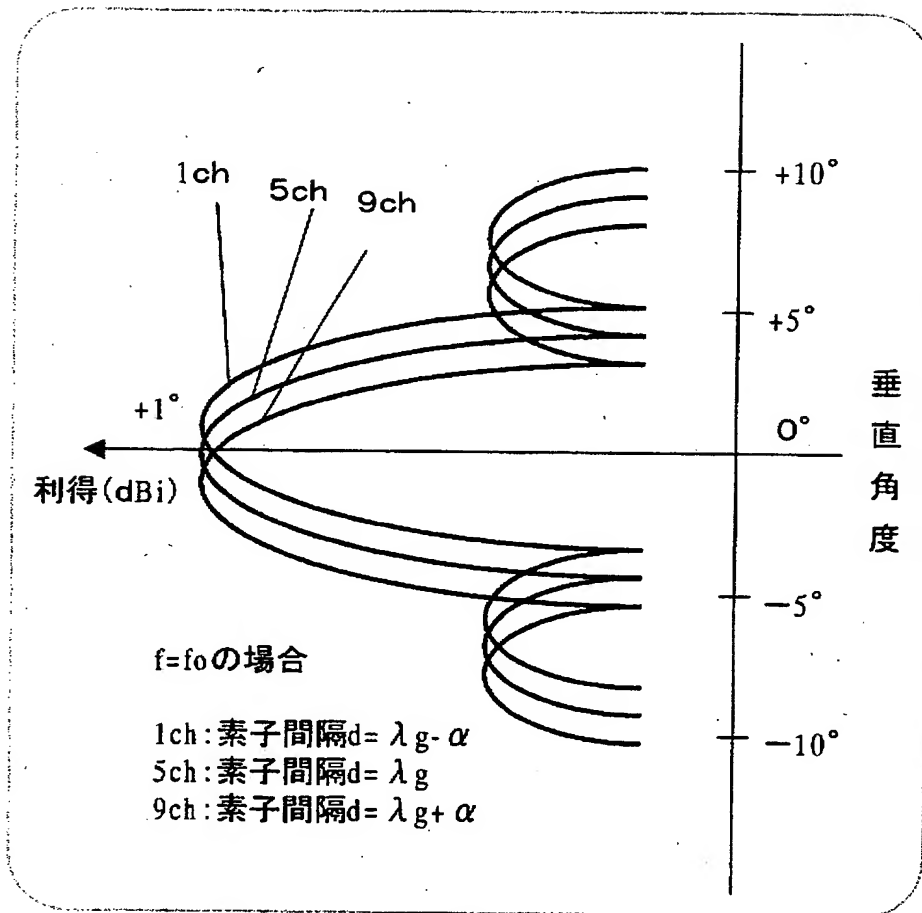
【図 6】



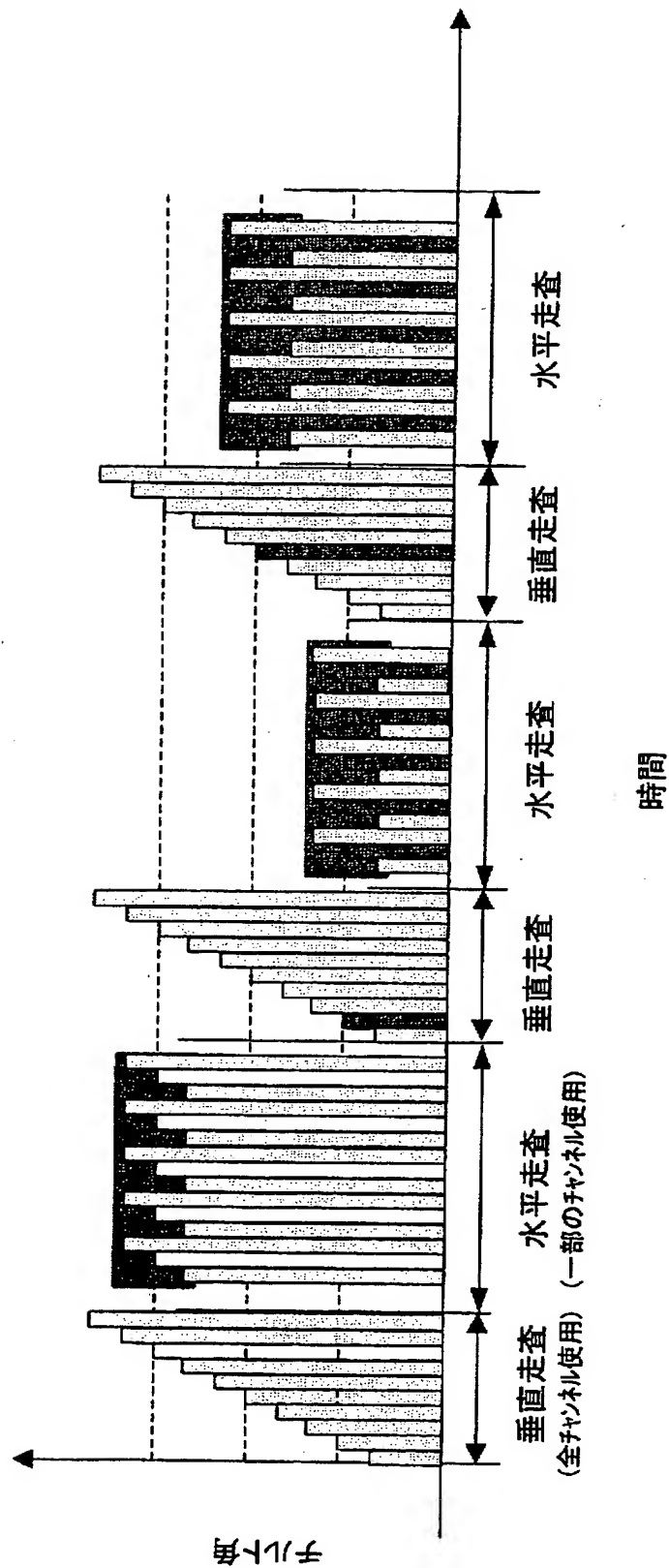
【図 7】



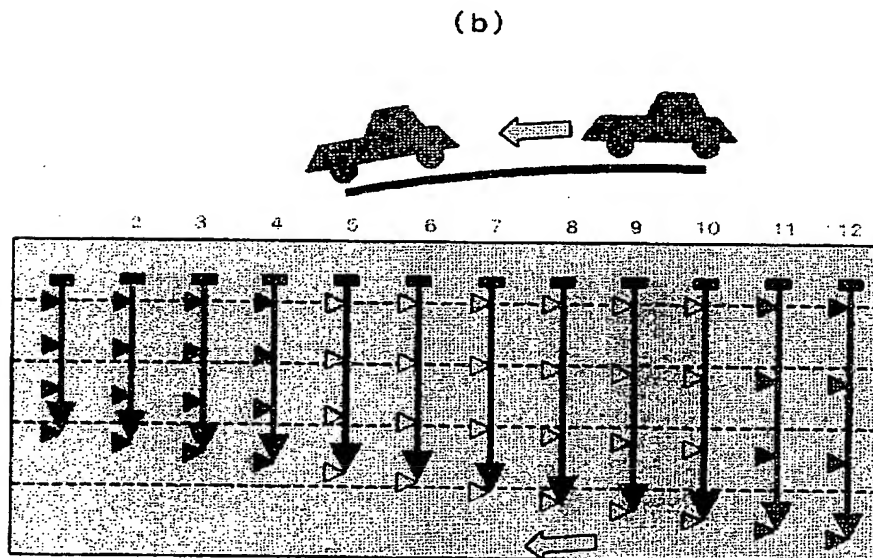
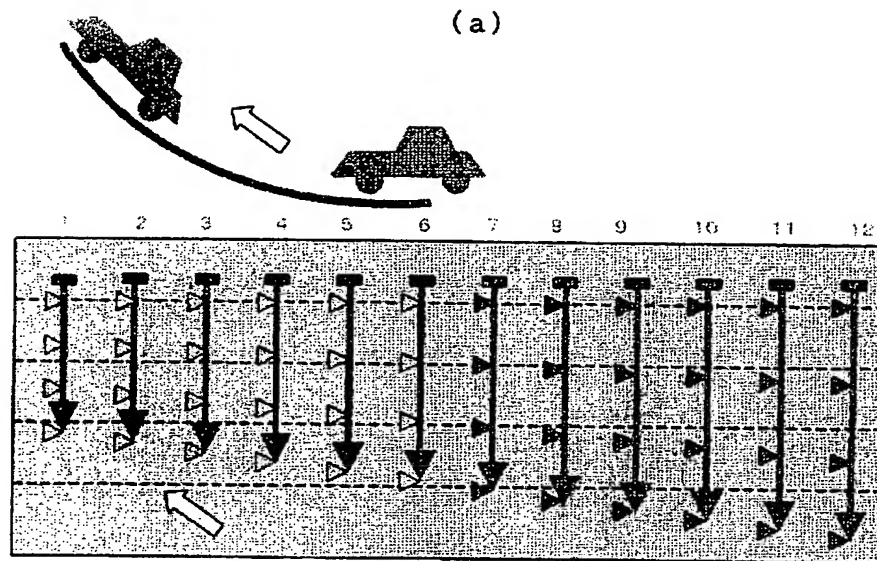
【図 8】



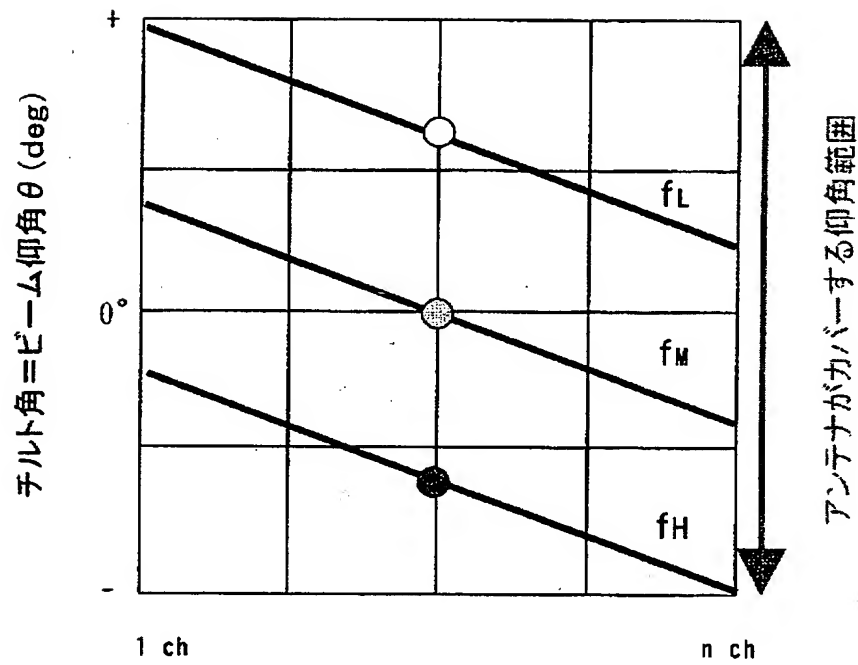
【図 9】



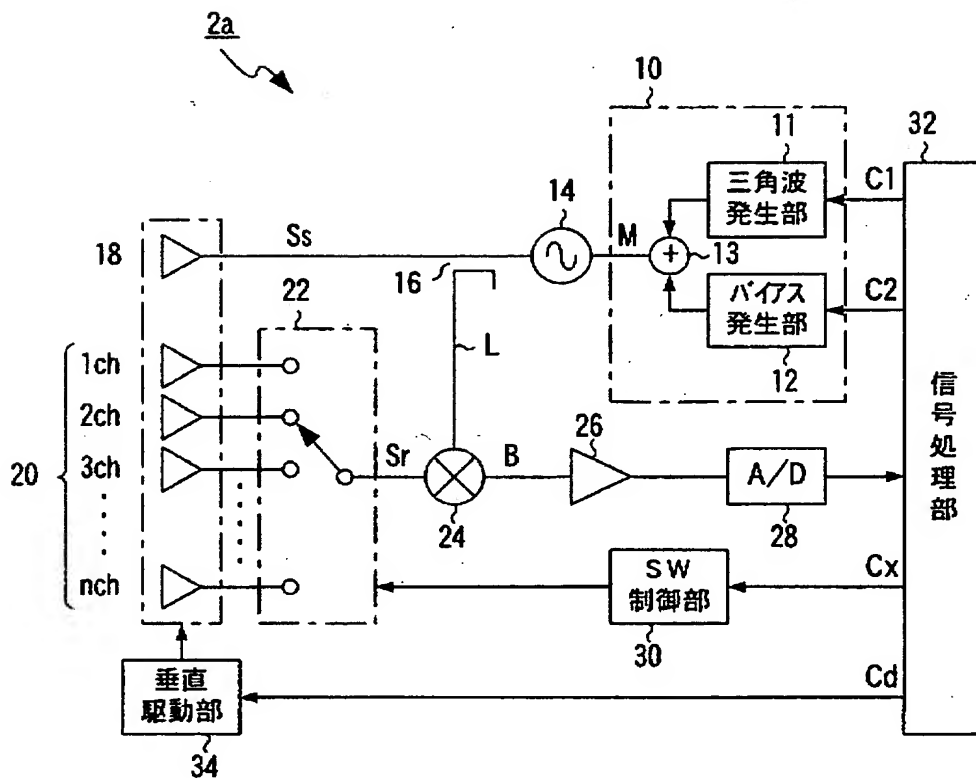
【図 10】



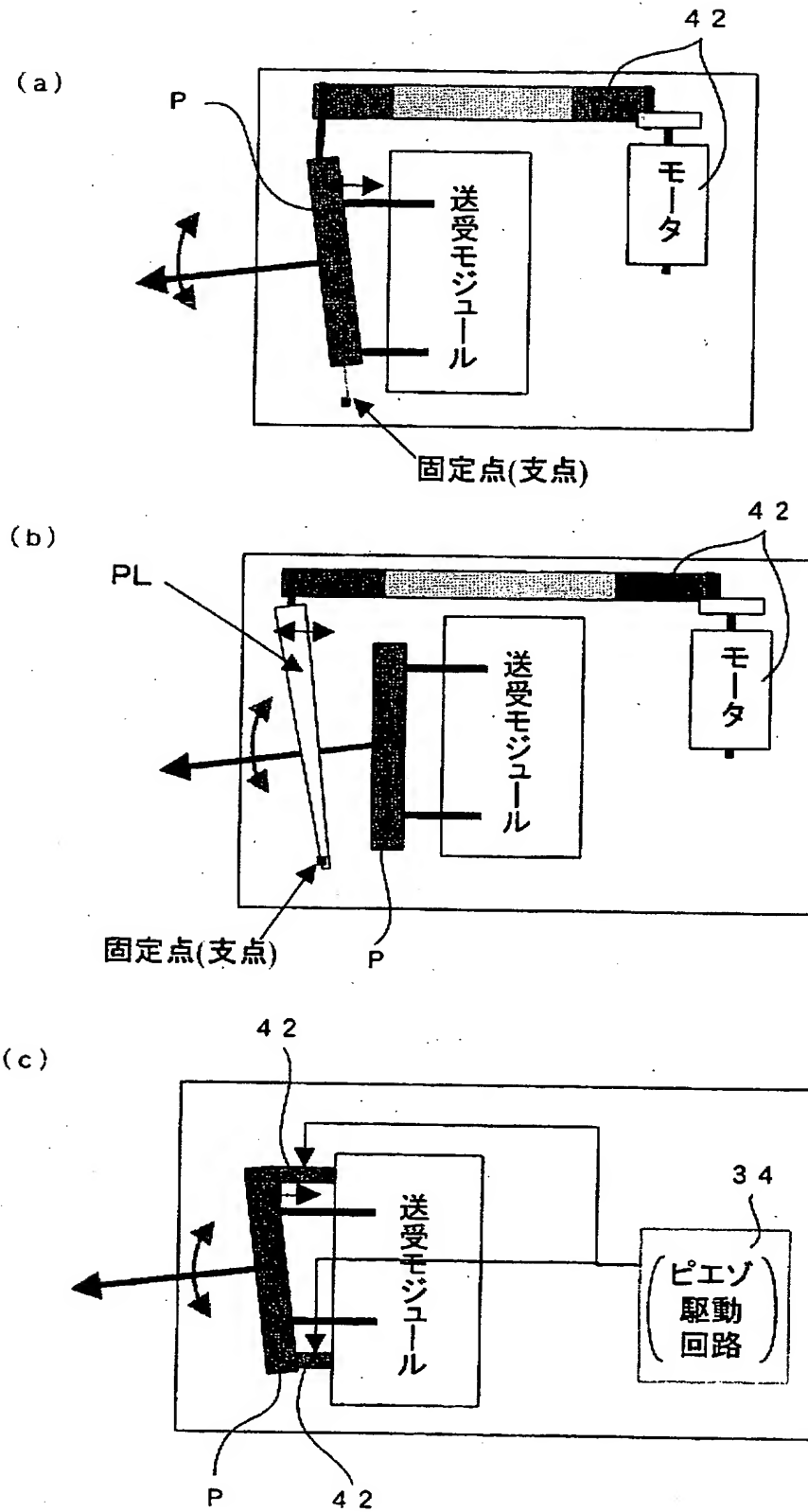
【図 11】



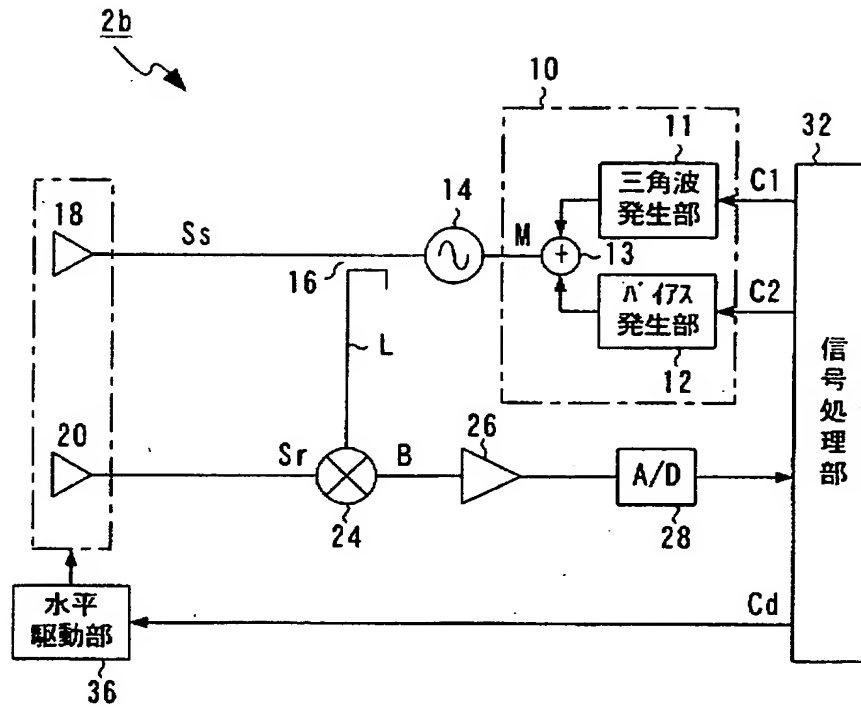
【図 12】



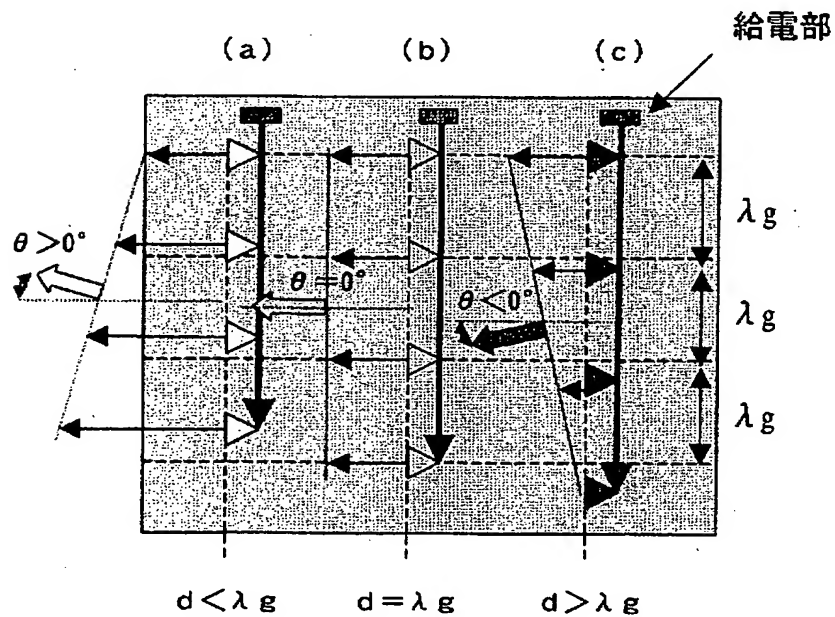
【図 13】



【図 14】.



【図 15】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 電波ビームの走査方向とは直交する方向にターゲットの位置が変動しても常にターゲットの検出を良好に行うことが可能なレーダ装置を提供する。

【解決手段】 垂直走査と水平走査とを交互に実行し、垂直走査では、垂直方向の反射強度分布を求め、FMCWレーダとして動作する水平走査では、その反射強度分布のピークが得られる方向に、電波ビームのチルト角 θ を設定して、垂直方向の反射強度分布にてピークを発生させたターゲットについてのデータを収集する。なお、電波ビームを放射するアンテナとして進行波励振アンテナを使用し、電波の中心周波数を切り替えることで、チルト角 θ を切り替える。

【選択図】 図 5

特願 2 0 0 2 - 2 6 2 9 1 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 4 2 6 0]

1. 変更年月日
[変更理由]

1 9 9 6 年 1 0 月 8 日
名称変更

住 所
氏 名

愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地
株式会社デンソー



特願 2002-262917

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000003609]

1. 変更年月日

1990年 9月 6日

[変更理由]

新規登録

住 所

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1

氏 名

株式会社豊田中央研究所